

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

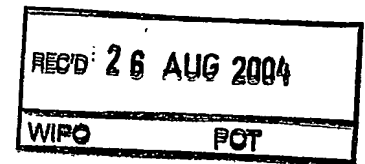
06. 7. 2004

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application: 2 0 0 3 年 5 月 2 7 日

出 願 番 号  
Application Number: 特 願 2 0 0 3 - 1 4 8 9 0 6  
[ST. 10/C]: [ J P 2 0 0 3 - 1 4 8 9 0 6 ]



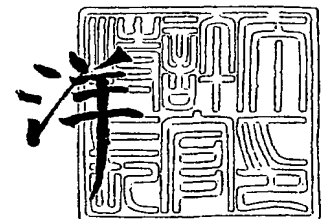
出 願 人  
Applicant(s): 光洋精工株式会社  
株式会社神戸製鋼所

PRIORITY DOCUMENT  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 4 年 8 月 1 2 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

小 川



【書類名】 特許願

【整理番号】 31819

【提出日】 平成15年 5月27日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 C21D 8/06

【発明の名称】 ステアリングラック用棒鋼

【請求項の数】 3

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区南船場 3 丁目 5 番 8 号 光洋精工株式会社内

【氏名】 太田 敦彦

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区南船場 3 丁目 5 番 8 号 光洋精工株式会社内

【氏名】 亀井 亮

【発明者】

【住所又は居所】 神戸市灘区灘浜東町 2 番地 株式会社神戸製鋼所 神戸製鉄所内

【氏名】 池田 正一

【発明者】

【住所又は居所】 神戸市灘区灘浜東町 2 番地 株式会社神戸製鋼所 神戸製鉄所内

【氏名】 阿南 吾郎

【発明者】

【住所又は居所】 神戸市灘区灘浜東町 2 番地 株式会社神戸製鋼所 神戸製鉄所内

【氏名】 井戸尻 弘

## 【特許出願人】

【識別番号】 000001247  
【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区南船場 3 丁目 5 番 8 号  
【氏名又は名称】 光洋精工株式会社

## 【特許出願人】

【識別番号】 000001199  
【氏名又は名称】 株式会社神戸製鋼所

## 【代理人】

【識別番号】 100067828  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 小谷 悦司

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100075409  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 植木 久一

## 【手数料の表示】

【予納台帳番号】 012472  
【納付金額】 21,000円

## 【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1  
【物件名】 図面 1  
【物件名】 要約書 1  
【包括委任状番号】 0216719

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 ステアリングラック用棒鋼

【特許請求の範囲】

【請求項1】 C: 0.50~0.60% (質量%を意味する、以下同じ)、Si: 0.05~0.5%、Mn: 0.2~1.5%、B: 0.0005~0.003%、及びTi: 0.005~0.05%を含有し、

更に他の元素として、0.0005~0.1%のAlと0.002~0.02%のNの両方、及び/又は1.5%以下(0%を含まず)のCrを含有し、

残部はFe及び不可避免の不純物からなる棒鋼であって、

棒鋼の表面から深さD/4 (Dは棒鋼の直径を示す)の部分の焼入れ・焼戻し組織が、下記1)、2)及び3)のように調整されていることを特徴とするステアリングラック用棒鋼。

1) 焼戻しベイナイト組織と焼戻しマルテンサイト組織が合計で30~100% (面積百分率)

2) 再生パーライト組織が0~50% (面積百分率)

3) 焼戻しベイナイト組織、焼戻しマルテンサイト組織、および再生パーライト組織が合計で50~100% (面積百分率)

【請求項2】 さらにS: 0.06%以下(0%を含まない)、Pb: 0.3%以下(0%を含まない)、Bi: 0.2%以下(0%を含まない)、Te: 0.1%以下(0%を含まない)、Mg: 0.01%以下(0%を含まない)、Ca: 0.01%以下(0%を含まない)、REM: 0.01%以下(0%を含まない)、Zr: 0.3%以下(0%を含まない)から選択される少なくとも一種を含有する請求項1に記載のステアリングラック用棒鋼。

【請求項3】 請求項1又は2に記載の元素を含有する鋼片を圧延し、

得られる棒鋼を温度780℃以上から焼入れして深さD/4の部分のベイナイト組織及びマルテンサイト組織を合計で30~100% (面積百分率)とした後、

温度660~720℃の雰囲気温度に加熱した炉に入れて20分以下の短時間焼戻し処理を行い、室温まで冷却することを特徴とするステアリングラック用棒

鋼の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、自動車のステアリングギアに使用するラック（ステアリングラック）を製造するのに有用な棒鋼及びその製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

自動車のステアリングは油圧によってパワーアシストされるタイプ（油圧式パワーステアリング）と、電気によってパワーアシストされるタイプ（電動式パワーステアリング）とに分類される。油圧式パワーステアリングは、従来の主流をなしており、エンジン出力を利用して稼働するオイルポンプから吐出される圧油によって操舵力をアシストするものである。しかし油圧式パワーステアリングでは、エンジン出力の一部を動力源として使用するため、自動車の燃費が低下するという問題があった。これに対し電動式パワーステアリングは、バッテリーからの電気エネルギーで稼働する電動モーターによって操舵力をアシストするものであり、前記油圧式パワーステアリングと比較すると、自動車の燃費を向上させることができるため、近年その普及が進みつつある。

【0003】

ところでステアリングラックは、前記ステアリングを構成する主要部品の一つであり、自動車の骨組みの役割をも果たしている。しかもステアリングラックが破断するとハンドル操作が不能となることから、重要保安部品に指定されており、高い信頼性と強度特性とが要求される。すなわちステアリングラックは、1）自動車が縁石などに乗り上げて衝撃を受けても破損しない程度の優れた耐衝撃特性、2）曲げ応力が作用しても破断しない特性（耐割れ性）、及び3）ラック歯の耐摩耗性が要求される。

【0004】

このようなステアリングラックには、従来 S 4 5 C 鋼（特許文献 1，2 参照）、中炭素鋼（特許文献 3，4 参照）などが使用されており、高周波焼入によって

表面硬化層を形成することによって耐摩耗性を高めると共に、曲げ応力に対する強度（耐割れ性）をも高めている（特許文献1，2参照）。

【0005】

しかし、高周波焼入れによって曲げ強度を高めたとしても、過大な負荷が作用して該高周波焼入層で一旦亀裂が発生すると、この亀裂が内部にまで進展・貫通して破断に至り、ハンドル操作が不能となる。さらに近年普及が進んでいる電動式パワーステアリングでは、ステアリングラックとピニオンギアとの接触面圧が油圧式パワーステアリングに比べて高くなる傾向にあり、S45C鋼（特許文献1，2）では耐摩耗性が不足する。また中炭素鋼（特許文献3，4）のC量は明確ではないが、仮にCを多めに使用して耐摩耗性を高めたとしても、耐衝撃特性が低下する。

【0006】

なお特許文献5には、Bを添加して高周波焼入すると、過大負荷が作用しても脆性破壊を発生せず、曲げ変形することによって破壊を防止することが記載されている。この該特許文献5のステアリングラック用鋼は、焼入れ焼戻し処理省略鋼であり、組織は実質的にフェライト・パーライトである。

【0007】

【特許文献1】

特開昭62-178472号公報（第3頁左上欄第3行、従来技術の欄）

【特許文献2】

特開昭62-180018号公報（第2頁左下欄第15行、従来技術の欄）

【特許文献3】

特開2000-153336号公報（段落0013第2行）

【特許文献4】

特開2001-79639号公報（段落0015第2行）

【特許文献5】

特開平10-8189号公報（段落0006、実施例の欄）

## 【0008】

## 【発明が解決しようとする課題】

なお前記特許文献5の方法に準じてB添加焼入れ焼戻し処理省略鋼を調製し、高周波焼入した後、曲げ試験を行ってみても、亀裂が進展・貫通して破断に至ることを本発明者らは確認している（後述の実験例31参照）。

## 【0009】

本発明は上記の様な事情に着目してなされたものであって、その目的は、耐摩耗性が改善されながらも耐衝撃特性にも優れており、しかも亀裂の進展・貫通を防止できるステアリングラック用棒鋼及びその製造方法を提供することにある。

## 【0010】

## 【課題を解決するための手段】

本発明者らは、前記課題を解決するために鋭意研究を重ねた結果、C量を増量してもBを添加すれば耐衝撃特性の低下を防止できること、さらには焼戻しベイナイト組織、焼戻しパーライト組織、並びに再生パーライト組織を所定の範囲に制御すれば曲げ変形能が高められ、一旦亀裂が発生しても亀裂の進展・貫通を防止できることを見出し、本発明を完成した。

## 【0011】

すなわち、本発明に係るステアリングラック用棒鋼は、C：0.50～0.60%（質量%を意味する、以下同じ）、Si：0.05～0.5%、Mn：0.2～1.5%、B：0.0005～0.003%、及びTi：0.005～0.05%を含有し、更に他の元素として、0.0005～0.1%のAlと0.002～0.02%のNの両方、及び／又は1.5%以下（0%を含まず）のCrを含有し、残部はFe及び不可避免的不純物からなり、

棒鋼の表面から深さ $D/4$ （Dは棒鋼の直径を示す）の部分の焼入れ・焼戻し組織が、下記1）、2）及び3）のように調整されていることを要旨とするものである。

## 【0012】

1) 焼戻しベイナイト組織と焼戻しマルテンサイト組織が合計で30～100%（面積百分率）

2) 再生パーライト組織が0～50% (面積百分率)

3) 焼戻しベイナイト組織、焼戻しマルテンサイト組織、および再生パーライト組織が合計で50～100% (面積百分率)

なお上記ステアリングラック用棒鋼は、さらに快削性元素 (S、Pb、Bi、Te、Mg、Ca、REM、Zr など) を含有していてもよい。

#### 【0013】

本発明のステアリングラック用棒鋼は、鋼片を圧延して得られる棒鋼を温度780℃以上から焼入れして深さD/4の部分のベイナイト組織及びマルテンサイト組織を合計で30～100% (面積百分率) とした後、

温度660～720℃の雰囲気温度に加熱した炉に入れて20分以下の短時間焼戻し処理を行い、室温まで冷却することにより製造できる。

#### 【0014】

なお本明細書においては、用語「焼入れ」は、圧延後の棒鋼の焼入れ・焼戻し時の焼入れを意味し、用語「高周波焼入れ」と区別して使用する。

#### 【0015】

##### 【発明の実施の形態】

本発明のステアリングラック用棒鋼は、C: 0.50～0.60% (質量%を意味する、以下同じ)、Si: 0.05～0.5%、Mn: 0.2～1.5%、B: 0.0005～0.003%、及びTi: 0.005～0.05%を含有し、更に他の元素として、0.0005～0.1%のAlと0.002～0.02%のNの両方、及び／又は1.5%以下 (0%を含まず) のCrを含有する。なお残部はFe及び不可避免的不純物である。

#### 【0016】

上記成分の限定理由は、以下の通りである。

#### 【0017】

Cの含有量を0.50%以上とするのは、ステアリングラック (例えば、電動式パワーステアリング用のステアリングラック) としたときの耐摩耗性を十分に高めるためである。好ましいCの含有量は、0.52%以上である。ただしCの含有量が多過ぎると、ステアリングラックの耐衝撃特性が低下する。そのためC



の含有量は、0.60%以下、好ましくは0.58%以下にする。

【0018】

Siの含有量を0.05%以上とするのは、鋼材の脱酸を行うためである。好ましいSiの含有量は、0.10%以上、特に0.15%以上である。ただしSiの含有量が多過ぎると、ラック歯を形成する際の被削性が低下する。そのためSiの含有量は、0.5%以下、好ましくは0.35%以下、さらに好ましくは0.30%以下にする。

【0019】

Mnの含有量を0.2%以上とするのは、鋼材の強度を高めるためだけでなく、焼入れ性を高めてベイナイト組織を導入し易くすることにより、鋼材をステアリングラックに加工したときの曲げ変形能を高めるためである。好ましいMnの含有量は0.5%以上、特に0.7%以上である。ただしMnの含有量が多過ぎると、高周波焼入れによる硬化層が深くなりすぎ、曲げ変形能が低下する。そのためMnの含有量は、1.5%以下、好ましくは1.3%以下、さらに好ましくは1.2%以下にする。

【0020】

Bの含有量を0.0005%以上とするのは、C量を多くした本発明鋼でも耐衝撃特性を確保するためである。好ましいBの含有量は、0.0007%以上である。ただしBの含有量を多くし過ぎると、有害なB系化合物を生成して耐衝撃特性が却って低下する。そのためBの含有量は、0.003%以下、好ましくは0.0025%以下、さらに好ましくは0.0020%以下にする。

【0021】

Tiは鋼中のNと結びついてTiNを形成することによってBNの生成を抑制し、Bによる前記効果を確保するのに有効である。従ってTiの含有量は、0.005%以上、好ましくは0.010%以上、さらに好ましくは0.012%以上である。ただしTiの含有量を多くし過ぎると、ステアリングラックの耐衝撃特性が却って低下する。そのためTiの含有量は、0.05%以下、好ましくは0.04%以下、さらに好ましくは0.035%以下にする。

【0022】

A1及びNを含有させるのは、A1Nを形成させることにより、高周波焼入れ時のオーステナイト粒を微細化することができるためである。A1の含有量は、0.0005%以上、好ましくは0.010%以上、さらに好ましくは0.020%以上である。またNの含有量は、0.002%以上、好ましくは0.003%以上、さらに好ましくは0.004%以上である。ただしA1、Nの含有量を多くし過ぎると耐衝撃特性が低下する。そのためA1の含有量は、0.1%以下、好ましくは0.08%以下、さらに好ましくは0.05%以下にする。Nの含有量は0.02%以下、好ましくは0.01%以下、さらに好ましくは0.007%以下とする。

#### 【0023】

Crを含有させるのは、焼入れ性を向上させるためである。Crの含有量の下限は特に限定されないが、例えば、0.05%程度、好ましくは0.08%程度、さらに好ましくは0.10%程度である。ただしCrの含有量が多過ぎると、高周波焼入れによる硬化層が深くなり過ぎ、曲げ変形能が不足する。そのためCrの含有量は、例えば、1.5%以下、好ましくは1.0%以下、さらに好ましくは0.50%以下にする。

#### 【0024】

なお本発明のステアリングラック用棒鋼は、必要により快削性元素（S、Pb、Bi、Te、Mg、Ca、REM、Zrなど）を含有していてもよい。これら快削性元素の量は、例えば、S：0.06%以下（0%を含まない）、Pb：0.3%以下（0%を含まない）、Bi：0.2%以下（0%を含まない）、Te：0.1%以下（0%を含まない）、Mg：0.01%以下（0%を含まない）、Ca：0.01%以下（0%を含まない）、REM：0.01%以下（0%を含まない）、Zr：0.3%以下（0%を含まない）程度である。これら快削性元素は、単独で又は2種以上を組み合わせて添加できる。

#### 【0025】

そして本発明のステアリングラック用棒鋼は、棒鋼表面から深さ $D/4$ （Dは棒鋼の直径を示す）の部分の焼入れ・焼戻し組織が、下記1）、2）及び3）のように調整されている。

## 【0026】

1) 焼戻しベイナイト組織と焼戻しマルテンサイト組織の合計〔以下、「TB+TM」と表記する場合がある〕が30～100%（面積百分率）

2) 再生パーライト組織が0～50%（面積百分率）

3) 焼戻しベイナイト組織、焼戻しマルテンサイト組織、および再生パーライト組織の合計〔以下、「TB+TM+RP」と表記する場合がある〕が50～100%（面積百分率）

以下、これらの組織制御を行う理由について説明する。

## 【0027】

焼戻しベイナイト組織及び焼戻しマルテンサイト組織は、圧延後の棒鋼を焼入れ・焼戻しすることによって導入される組織であり、ステアリングラックとしたときに高周波焼入れ層で発生した亀裂の進展・貫通を防止するのに有効である。すなわちステアリングラックは高周波焼入れ部（表層部）が極めて硬いために大きな曲げを施すと、ステアリング歯の根元付近（通常、 $D/4$  部付近）の高周波焼入れ層に割れが発生しやすいものの、高周波焼入れ部と高周波焼入れされなかった部分との境界に焼戻しベイナイト組織や焼戻しマルテンサイト組織が残存していれば、高周波焼入れ層で発生した亀裂が内部に進展するのを防止でき、ステアリングラック自体の割れを防止できる。そのため $D/4$  部分のベイナイト組織及び焼戻しマルテンサイト組織の合計（TB+TM）を30%以上とした。好ましくは40%以上、さらに好ましくは50%以上である。

## 【0028】

再生パーライト組織は、焼戻し工程で導入される組織であり、圧延まま鋼のパーライト組織とは区別されるものである。該再生パーライト組織は、前記焼戻しベイナイト組織及び焼戻しマルテンサイト組織とは異なって亀裂の進展・貫通を防止するのに役立たないばかりか、再生パーライト組織ばかりが多くなるとむしろ曲げ変形能が低下する。従って再生パーライト組織は50%以下とする。好ましくは40%以下、さらに好ましくは30%以下である。また再生パーライト組織が少なくなると、耐衝撃特性がさらによくなる傾向もある。

## 【0029】

また焼入れ・焼戻しによって焼戻しベイナイト組織及び焼戻しマルテンサイト組織を導入しても、圧延まま材からのフェライト・パーライト組織や軟質なフェライト組織が残っていると、やはり亀裂の進展・貫通を防止できない。したがってこれら圧延まま材からの組織は低減する必要がある、換言すれば焼戻しベイナイト組織、焼戻しマルテンサイト組織、及び再生パーライト組織を多くする必要がある。これら焼入れ・焼戻し工程によって導入される3組織の合計(TB+TM+RP)は、50%以上、好ましくは60%以上、さらに好ましくは70%以上である。

#### 【0030】

本発明のステアリングラック用棒鋼の直径は特に限定されないが、ステアリングラックに加工することを考慮すると、通常、10～40mm程度、好ましくは15～38mm程度、さらに好ましくは20～36mm程度である。

#### 【0031】

上記の様なステアリングラック用棒鋼は、例えば、上記成分組成の鋼片を圧延し、得られる棒鋼を焼入れしてベイナイト組織及びマルテンサイト組織を導入した後、高温・短時間の焼戻し処理を行うことによって製造できる。

#### 【0032】

このような製造方法において焼入れの加熱温度は、780℃以上、好ましくは800℃以上とする。焼入れの加熱温度が低すぎると、焼戻し後のTB+TM+RPが小さくなる傾向がある。また柔らかいフェライト層を生成してしまい、ステアリングラックの強度が不足する。加熱温度の上限は、例えば、860℃程度、好ましくは850℃程度である。加熱温度が高すぎると焼入れ時に棒鋼の曲がりが大きくなる傾向がある。

#### 【0033】

焼入れの冷却条件は、該焼入れによって導入されるベイナイト組織及びマルテンサイト組織の合計量(D/4部での合計量；面積百分率)が、少なくとも前述の焼戻しベイナイト組織及びマルテンサイト組織の合計量と同じとなるように設定する必要がある。このような冷却には制御冷却を利用するのが便利である。制御冷却の条件は、鋼の組成などに応じて適宜設定できるが、例えば、温度800

～300℃までの温度範囲を、冷却速度30～80℃/秒で冷却するのが望ましい。

#### 【0034】

焼戻し温度（炉温度）は660～720℃程度、好ましくは680～700℃程度であり、焼戻し時間（昇温過程を含めた滞留時間）は20分以下程度、好ましくは15分以下程度である。焼戻し温度が高すぎたり、焼戻し時間が長すぎると、再生パーライト組織が多くなり過ぎる。

#### 【0035】

本発明のステアリングラック用棒鋼は、耐摩耗性が改善されながらも耐衝撃特性にも優れており、しかも曲げ変形能にも優れているため、ステアリングラック（特に電動式パワーステアリング用のステアリングラック）に極めて有用である。

#### 【0036】

##### 【実施例】

以下、実施例を挙げて本発明をより具体的に説明するが、本発明はもとより下記実施例によって制限を受けるものではなく、前・後記の趣旨に適合し得る範囲で適当に変更を加えて実施することも勿論可能であり、それらはいずれも本発明の技術的範囲に包含される。

#### 【0037】

##### 実験例1～36

表1～2に示す成分の鋼材を溶製し、直径30mmの棒鋼に圧延した。次いで表1～2に示す温度に加熱した後、室温まで制御冷却することによって焼入れした。なお該制御冷却では、水量や水冷時間を変えて棒鋼の組織を制御した。冷却した棒鋼は、表1～2に示す雰囲気温度に加熱した炉に表1～2に示す時間滞留させることによって焼戻した。焼戻し後の棒鋼は放冷した。

#### 【0038】

焼入れ後の棒鋼のD/4部の組織、及び焼戻し後の棒鋼のD/4部の組織を電子顕微鏡で観察し（倍率5000倍）、マルテンサイト組織及びベイナイト組織、並びに焼戻しマルテンサイト組織、焼戻しベイナイト組織、及び再生パーライ

ト組織の面積率を求めた。

### 【0039】

また焼戻し後の棒鋼をステアリングラックにしたときの耐割れ性（曲げ変形能力）、耐衝撃特性、耐摩耗特性を調べるため、以下の試験を行った。

### 【0040】

#### [曲げ試験]

焼戻し後の棒鋼を引抜き加工して直径27.5mmにした後、切削してラック歯を形成した。ラック歯の深さは約 $D/4$ 程度である。次いで下記の条件で歯部を高周波焼入れすることによってステアリングラックを調製した。

### 【0041】

#### 高周波焼入れ条件

使用コイル：面焼入れ用（直径40mm、厚さ2mm）

電圧：4.0kV

電流：4.5A

周波数：40kHz

加熱方式：移動焼入れ（移動速度3.0mm/秒）

冷却：ソリュブル油と水との混合溶媒

得られたステアリングラックを用い、支点間距離を400mm、押圧箇所をステアリングラックの歯の反対側とする3点曲げ試験を行い、下記基準に従って評価した。

### 【0042】

×：高周波焼入れ層で発生した亀裂が内部にまで進展・貫通し、ステアリングラックが2つに破断した

○：亀裂が途中で止まり、破断に至らなかった

#### [衝撃試験]

焼戻し後の棒鋼を引抜き加工して直径27.5mmにした後、 $D/4$ 部からJIS3号Uノッチ試験片を切り出し、ノッチ形成側の表層を高周波焼入れした。高周波焼入れ条件は、移動速度を3.5mm/秒とする以外は、前記曲げ試験の場合と同じとした。得られた試験片をJIS Z2242に従ってシャルピー衝撃

試験（試験温度：室温）を行い、衝撃値を求めた。

#### 【0043】

##### 〔摩耗試験〕

実験例で得られた焼戻し棒鋼と同じ特徴を有する円板を調製した。すなわち実験例の棒鋼と同じ成分の鋼材を溶製し、熱間鍛造によって直径 53 mm に鍛伸し、厚さ 15 mm の円板に切断した後、各実験例と同様の条件で焼入れ、焼戻しを行った。

#### 【0044】

次いで図 1 に示すような 2 段形状の半円板（上段の直径 44 mm、上段の厚さ 3 mm；下段の直径 50 mm、下段の厚さ 5 mm）に機械加工し、上段部の表層を高周波焼入れした。高周波焼入条件は、移動速度を 2.5 mm/秒とする以外は、前記曲げ試験の場合と同じとした。得られた試験ディスクに対してピンオンディスク摩耗試験を行い、試験片の摩耗減量を測定した。なお摩耗試験の詳細条件は、下記の通りである。

#### 【0045】

潤滑：乾式

試験片表面粗さ：Ra 0.25  $\mu$ m

周速：0.05 m/秒

面圧：0.05 GPa

ピン：S U J 2 [直径 5 mm、硬さ (HRC) 64]

結果を表 1～2 に示す。

#### 【0046】

【表 1】

表 1

実験例	鋼材組成(単位=質量%;残部はFe及び不可避免的不純物)							焼入れ工程			焼戻し工程					曲げ試験	衝撃値 (J/am <sup>2</sup> )	磨耗 減量 (mg)
	C	Si	Mn	B	Ti	Cr	Al	N	加熱 温度 (°C)	組織 [B+M] (面積%)	炉 温度 (°C)	滞留 時間 (分)	組織 [TB+TM] (面積%)	組織 [RP] (面積%)	組織 [TB+TM+RP] (面積%)			
1	0.52	0.20	0.83	0.0016	0.021	—	0.041	0.0040	810	90	690	10	90	0	90	○	56	10
2	0.56	0.18	0.89	0.0014	0.022	—	0.040	0.0042	810	90	690	10	90	0	90	○	51	6
3	0.53	0.19	1.06	0.0012	0.023	—	0.048	0.0049	820	90	690	10	90	0	90	○	52	8
4	0.54	0.22	0.72	0.0017	0.020	—	0.040	0.0044	820	90	690	10	90	0	90	○	54	7
5	0.54	0.24	0.88	0.0008	0.022	—	0.041	0.0042	820	90	690	10	90	0	90	○	51	7
6	0.53	0.24	0.76	0.0018	0.022	—	0.045	0.0044	830	90	690	10	90	0	90	○	52	6
7	0.54	0.20	0.75	0.0010	0.015	—	0.048	0.0047	820	90	690	10	90	0	90	○	53	7
8	0.53	0.22	0.82	0.0014	0.023	—	0.040	0.0041	820	90	690	10	90	0	90	○	53	6
9	0.54	0.23	0.83	0.0011	0.022	0.13	0.050	0.0041	830	90	690	10	90	0	90	○	53	7
10	0.54	0.24	0.82	0.0016	0.020	0.21	0.048	0.0046	820	90	690	10	90	0	90	○	54	8
11	0.53	0.24	0.86	0.0013	0.021	—	0.049	0.0041	820	90	690	10	90	0	90	○	52	9
12	0.54	0.21	0.75	0.0014	0.022	—	0.042	0.0049	830	80	690	10	80	0	80	○	51	8
13	0.53	0.23	0.73	0.0012	0.022	—	0.048	0.0043	830	70	690	10	70	0	70	○	51	8
14	0.53	0.24	0.74	0.0013	0.021	—	0.046	0.0045	820	60	690	10	60	0	60	○	52	8
15	0.53	0.20	0.83	0.0011	0.021	—	0.047	0.0044	810	90	690	10	90	0	90	○	53	7
16	0.54	0.23	0.84	0.0012	0.021	—	0.040	0.0041	820	90	690	5	90	0	90	○	52	8
17	0.55	0.24	0.86	0.0013	0.022	—	0.048	0.0047	820	90	720	10	70	20	90	○	50	7
18	0.54	0.21	0.86	0.0010	0.022	—	0.047	0.0049	840	90	690	10	90	0	90	○	53	7
19	0.53	0.22	0.77	0.0013	0.022	—	0.040	0.0044	820	90	690	10	90	0	90	○	51	8

[B+M]はベイナイト組織及びマルテンサイト組織の合計を、[TB+TM]は焼戻ベイナイト組織及びマルテンサイト組織の合計を、[RP]は再生パーライト組織を示す。

[TB+TM+RP]は焼戻ベイナイト組織、焼戻マルテンサイト組織、及び再生パーライト組織の合計を示す。



【 0 0 4 7 】

【表 2】

表2

実験例	鋼材組成(単位=質量%; 残部はFe及び不可避免的不純物)							焼入れ工程			焼戻し工程					曲げ試験	衝撃値 (J/cm <sup>2</sup> )	摩耗 減量 (mg)
	C	Si	Mn	B	Ti	Cr	Al	N	加熱 温度 (°C)	組織 [B+M] (面積%)	炉 温度 (°C)	滞留 時間 (分)	組織 [TB+TM] (面積%)	組織 [RP] (面積%)	組織 [TB+TM+RP] (面積%)			
20	0.46	0.23	0.82	0.0017	0.022	—	0.042	0.0043	820	90	690	10	90	0	90	○	61	62
21	0.64	0.22	0.76	0.0011	0.021	—	0.044	0.0041	830	90	690	10	90	0	90	○	16	5
22	0.55	0.21	0.12	0.0015	0.022	—	0.045	0.0043	810	10	690	10	10	0	10	×	51	7
23	0.53	0.24	1.60	0.0017	0.020	—	0.050	0.0045	830	90	690	10	90	0	90	×	53	9
24	0.53	0.21	0.82	0.0002	0.023	—	0.046	0.0048	830	90	690	10	90	0	90	○	23	8
25	0.54	0.21	0.82	0.0054	0.021	—	0.050	0.0048	830	90	690	10	90	0	90	○	14	7
26	0.54	0.23	0.79	0.0014	0.002	—	0.049	0.0047	840	90	690	10	90	0	90	○	26	7
27	0.55	0.22	0.88	0.0013	0.113	—	0.041	0.0045	810	90	690	10	90	0	90	○	24	5
28	0.54	0.22	0.85	0.0014	0.022	1.64	0.044	0.0042	830	90	690	10	90	0	90	×	52	8
29	0.54	0.21	0.86	0.0013	0.021	—	0.050	0.0045	820	20	690	10	20	0	20	×	51	0
30	0.53	0.22	0.83	0.0014	0.024	—	0.043	0.0041	810	20	730	10	10	40	50	×	18	9
31	0.55	0.23	0.80	0.0012	0.023	—	0.043	0.0048	—	0	—	—	0	0	0	×	21	6
32	0.53	0.22	0.79	0.0014	0.020	—	0.044	0.0041	840	90	750	5	30	60	90	×	10	9
33	0.54	0.22	0.78	0.0014	0.023	—	0.041	0.0042	830	90	750	10	10	70	80	×	15	8
34	0.53	0.23	0.79	0.0012	0.022	—	0.042	0.0043	830	90	740	30	10	60	70	×	17	7
35	0.53	0.21	0.74	0.0013	0.022	—	0.042	0.0049	760	40	690	10	40	0	40	×	52	8
36	0.54	0.20	0.74	0.0014	0.022	—	0.045	0.0045	750	30	690	10	30	0	30	×	51	8

[B+M]はベイナイト組織及びマルテンサイト組織の合計を、[TB+TM]は焼戻ベイナイト組織及びマルデンサイト組織の合計を、[RP]は再生パーライト組織を示す。

[TB+TM+RP]は焼戻ベイナイト組織、焼戻マルテンサイト組織、及び再生パーライト組織の合計を示す。

## 【0048】

表1～2のうち実験例20～28は成分設計が不適切な例である。すなわち実験例20ではC量が不足しているため、耐摩耗性が不十分である。実験例21は逆にC量が多いため耐衝撃特性が不十分である。実験例22ではMn量が少なく焼入性に劣る為、焼戻しベイナイト組織及び焼戻しマルテンサイト組織の合計量が不足しており、曲げ変形能が不十分である。実験例23はMn量が過剰となっているため、高周波焼入れの際に硬化層が深くなってしまい、曲げ変形能が不十分となる。実験例24～27では、B又はTi量が不適切であるために耐衝撃性が不十分である。実験例28はCr量が過剰であるため、高周波焼入れの際に硬化層が深くなってしまい、曲げ変形能が不十分となる。

## 【0049】

また実験例29～36から明らかなように、成分設計が適切であっても、組織が不適切であると諸特性が不十分となる。すなわち実験例29～31では焼戻しベイナイト組織及び焼戻しマルテンサイト組織の合計量が不足しており、曲げ変形能が不十分となる。実験例32～34では再生パーライト組織が多すぎるため、曲げ変形能が不十分となる。実験例35～36では、焼戻しベイナイト組織、焼戻しマルテンサイト組織、及び再生パーライト組織の合計量が不足しているため、曲げ変形能が不十分となる。

## 【0050】

これらに対して実験例1～19は、成分設計及び組織の両方が適切であるため、耐衝撃特性及び耐摩耗性の両方に優れており、しかも亀裂の進展・貫通を防止できる。

## 【0051】

## 【発明の効果】

本発明のステアリングラック用棒鋼によれば、成分及び組織の両方が適切に制御されているため、耐摩耗性が改善されながらも耐衝撃特性にも優れており、しかも亀裂の進展・貫通を防止することができる。

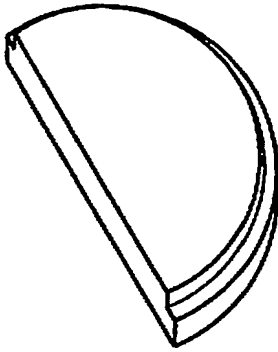
## 【図面の簡単な説明】

## 【図1】

図 1 は実験例で用いる試験ディスクの形状を示す概略斜視図である。

【書類名】 図面

【図 1】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 耐摩耗性が改善されながらも耐衝撃特性にも優れており、しかも亀裂の進展・貫通を防止できるステアリングラック用棒鋼を提供する。

【解決手段】 ステアリングラック用棒鋼は、C：0.50～0.60%、Si：0.05～0.5%、Mn：0.2～1.5%、B：0.0005～0.003%、Ti：0.005～0.05%、Al：0.0005～0.1%、N：0.002～0.02%、Cr：1.5%以下などを含有する。しかもD/4部分の焼入れ・焼戻し組織が、下記1)～3)のように調整されている。

- 1) 焼戻しベイナイト組織と焼戻しマルテンサイト組織が合計で30～100%（面積百分率）
- 2) 再生パーライト組織が0～50%（面積百分率）
- 3) 焼戻しベイナイト組織、焼戻しマルテンサイト組織、および再生パーライト組織が合計で50～100%（面積百分率）

特願 2 0 0 3 - 1 4 8 9 0 6

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [ 0 0 0 0 0 1 2 4 7 ]

1. 変更年月日	1 9 9 0 年 8 月 2 4 日
[変更理由]	新規登録
住 所	大阪府大阪市中央区南船場 3 丁目 5 番 8 号
氏 名	光洋精工株式会社

特願 2 0 0 3 - 1 4 8 9 0 6

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 1 1 9 9 ]

1. 変更年月日

2 0 0 2 年 3 月 6 日

[変更理由]

住所変更

住 所

兵庫県神戸市中央区脇浜町二丁目 1 0 番 2 6 号

氏 名

株式会社神戸製鋼所